
Von der Frontalvorlesung zur Lernwerkstatt (TheoPrax)

Peter Eyerer

*Fraunhofer Institut für Chemische Technologie
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7, D-76327 Pfinztal, Deutschland*

Dörthe Krause

*TheoPrax-Zentrum, Fraunhofer Institut für Chemische Technologie
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7, D-76327 Pfinztal, Deutschland*

In 9-jähriger Entwicklung, Anwendung und Weiterentwicklung haben wir die ursprünglich *normale* Experimental-Vorlesung durch eine kombinierte Lehr-Lern-Methode in eine Lernwerkstatt verändert. Methodenvielfalt hinführend zur Projektarbeit ist dabei die Basis. Ausgangsort der Anwendung dieser Methode im Studienbereich war die Universität Stuttgart im 5./6. Semester Maschinenwesen, Wahlpflichtfach Kunststoffkunde. Heute wird sie in verschiedensten Studien- und Fachbereichen angewendet, in Ingenieurwissenschaften bis hin zu den Versicherungswissenschaften aber ebenso in der pädagogischen Ausbildung der Lehramtsanwärter an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe. Und sie wird ebenfalls seit neun Jahren und dies zunehmend in vielen Bundesländern an Schulen lehrplanintegriert mit zum Teil abiturrelevanter Benotung angewendet.

EINLEITUNG

Ausgangssituation der Ingenieurausbildung an Hochschulen

Die Ausbildung in Deutschland (Gymnasien und Hochschulen) ist:

- Praxis- und berufsfern;
- Nicht teamorientiert;
- Zu abstrakt und theoretisch

ergab die Befragung von 1051 Ingenieuren im Beruf, die rückblickend ihre Ausbildung beurteilten [1]. Diese stark verkürzte Aussage ist ernüchternd, umso mehr als es in den vergangenen Jahrzehnten in Deutschland nicht an Reform- und Modellprojekten fehlte, die leider oftmals nach der Anschubfinanzierung mangels weiterer finanzieller Unterstützungen enden.

So ist auch weiterhin die Allgegenwärtigkeit der frontalen Monodidaktik stark ausgeprägt, an Hochschulen mehr als an den allgemein bildenden Schulen. Junge Menschen sitzen etwa drei bis vier der durchschnittlich fünf bis sechs Studienjahre bis zu 30 Stunden wöchentlich im *Hörsaal* und konsumieren passiv zuhörend Wissen mit einem Wirkungsgrad, wie

wissenschaftliche Studien schon vor Jahrzehnten belegten, von 10 bis 20 Prozent.

Um auf gegenwärtige gesellschaftliche Entwicklungstendenzen wie z. B. Globalisierung, Wandel und zunehmende Komplexität besser reagieren zu können, fordert die Industrie und Wirtschaft vom Bildungs- und Ausbildungssystem die Entwicklung umfassender Handlungskompetenz, die fachliche, methodische und soziale Aspekte berücksichtigt. Veränderungen im Hochschulbereich waren bisher eher organisatorischer bzw. struktureller Art, die Lehre ist jedoch häufig noch traditionell frontal orientiert, was der Förderung methodischer und sozialer Kompetenzen entgegensteht.

Diese Problematik ist nicht nur symptomatisch für die Situation in den meisten Ingenieurstudiengängen, sie ist auch typisch für das, was in der öffentlichen Diskussion vielfach am gesamten deutschen Bildungs- und Ausbildungssystem kritisiert wird.

METHODENVIELFALT DURCH KOMBINIERTE LEHR-LERN-METHODE THEOPRAX

Die Lösung dieses Problems kann nun nicht darin bestehen, einfach Abstriche bei der Vermittlung von

Wissen zu machen und die frei werdende Zeit im Studienplan auf handlungsorientierte Module (auf niedrigem Wissensniveau) zu verwenden [2]. Die zentrale Herausforderung besteht darin, die Vermittlung von Wissen mit dem Handeln zu verzahnen. Hieraus folgt kein Qualitätsverlust in der Wissensvermittlung sondern eine Qualitätssteigerung.

Abbildung 1 zeigt die 4 Säulen der kombinierten Lehr-Lernmethode, die zu einem handlungsorientiertem Lernen führen.

Am Beispiel des zweisemestrigen Wahlpflichtfaches Kunststoffkunde (2 SWS) innerhalb der Studiengänge Maschinenwesen, Verfahrenstechnik sowie Fahrzeug- und Motorentechnik an der Universität Stuttgart vollziehen die Autoren seit 1997 den Wandel von einer uni-üblichen Frontalvorlesung hin zu einer Lernwerkstatt. Didaktische Teilschritte dieser studienplanintegrierten Veränderungen sind:

- Frontale Wissensvermittlung (ca. 25% der Zeit, früher 100%) mit Experimenten, Filmen, Mustern, Praxisbeispielen, Dialog mit Zuhörern und CD mit Ausdruck als Vorlesungsmanuskript;
- Lehre im Dialog Podiumsdiskussion mit Fachleuten aus der Wirtschaft (Rollenspiel mit Ernstcharakter) einmal je Semester;
- Projektorientierte Gruppenübungen (ca. 20 % der Zeit);
- Projektarbeit mit Ernstcharakter / im Angebots-Auftrags-Verhältnis (ca. 55 % der Zeit).

Abbildung 2 fasst die 4 Elemente unserer Didaktik zusammen.

Am Beispiel des Lehrfaches Kunststoffkunde soll gezeigt werden, wie wir eine Steigerung der Lernmotivation erreichen und die vier unterschiedlichen Methoden durchführen. Wir gehen aufgrund von Erfahrungen davon aus, dass das Prinzip der folgenden Beispiele für andere Lehrveranstaltungen analog angewendet werden kann und auch bereits wird, z.B. an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe, der Universität Karlsruhe und Kassel. Dies gilt auch für Schulen, wo wir in allen Schularten und in 10 Bundesländern die TheoPrax-Methode lehrplanintegriert praktizieren.

VERBESSERUNG DER LERNEFFIZIENZ DURCH ERGÄNZENDE METHODEN NEBEN DER FRONTAL-VORLESUNG

Wir brauchen eine didaktische Methodenvielfalt als Mischung, keine frontale Monodidaktik, eine Ergänzung der Frontalvorlesung.

Mit *Ergänzung* ist ein Anteil von etwa 50 Prozent des Frontalunterrichts bzw. der Frontalvorlesung gemeint. Dies bedeutet, dass die frontale Wissensvermittlung in aller Regel um 40 bis 50 Prozent reduziert werden muss. Die Autoren kennen den Aufschrei *das geht unmöglich, ich komme ja jetzt schon nicht mit meinem Stoff durch!* Wir haben die Möglichkeiten dafür am eigenen Leibe erlebt. In den vergangenen Jahren haben wir 50 Prozent Frontalvorlesung zu Gunsten von Lehre im Dialog, projektorientierten Gruppenübungen und lehr- bzw. studien-planintegrierter Projektarbeit mit Ernstcharakter abgebaut. Es gibt dabei durchaus Entzugs-



Abbildung 1 zeigt die 4 Säulen der kombinierten Lehr-Lernmethode, die zu einem handlungsorientiertem Lernen führen.

Hochschuldidaktik: Übersicht

Umsetzung im Wahlpflichtfach Kunststoffkunde (KK)

5. und 6. Semester Maschinenbau, Universität Stuttgart

seit 10/2000, davor 2 Jahre Entwicklung und Erprobung

ca. 20 Stunden lebendige Frontal-Vorlesung

- mit Experimenten; vielen Anschauungsmustern, die umlaufen; Videos; Bildern
- regelmäßig aktualisiertes Manuskript ausgedruckt und auf CD mit Life Szenen aus der Vorlesung

Lehre im Dialog (1 Doppelstunde Podiumsdiskussion mit externen Fachleuten)**13-15 projektorientierte Gruppenübungen**

- praxisnahe Themen zum Teil mit Industriegästen und Kurzexkursionen
- 3 Studenten je Gruppe (ca. 10 bis 15 Gruppen)
- 120 min, davon ca. 30 min Theorie, ca. 90 min Übungen; häufig Verdoppelung nachmittags
- Gruppenbewertung (bei formaler Individualnote)
- 10 von 13-15 Übungen ergeben 30% der Note KK

1 TheoPrax-Projekt

- Industriethema im Angebots-Auftrags-Verhältnis
- Betreuung durch Projektmanager (wiss. Mitarbeiter, Senioren)
- vorgegebener Projektablauf mit Schulung in Projektmanagement
- ca. 75 Stunden je Student (Dreier-Gruppen) von Oktober bis Juni
- Note zählt 40% von KK

Abbildung 2: Die 4 Elemente unserer Didaktik zusammen.

erscheinungen und Arbeit macht es auch. Doch die Lernenden belohnen es mit ihren sehr positiven Rückkopplungen und die eigene Motivation steigt unglaublich. Denn, seien wir uns erneut bewusst, nur 10 bis 20 Prozent des durchgepackten Stoffes bleiben hängen, vielleicht 50 bis 80 Prozent werden vor Prüfungen im Kurzzeitgedächtnis geparkt, danach sind sie schnell vergessen, weil defensiv lernbegründet.

DIE FRONTALE WISSENSVERMITTLUNG

Es geht uns nicht um eine Abschaffung der frontalen Wissensvermittlung. Dazu ist diese Methode viel zu effizient! Die Gegenüberstellung von Stärken und Schwächen zeigt Tabelle 1.

Wir nutzen die Stärke der strukturierten, kompakten Darbietung von Grundlagen im Frontalunterricht. Was wir zusätzlich und ergänzend brauchen, sind Verzahnungen mit der Praxis, in denen das gelernte Wissen angewendet und motiviert erweitert wird,

meistens und damit viel nachhaltiger, auf eigene Initiative, was Hofmeister mit *sich selbst zu entwerfen* beschreibt (vgl. [3]). Damit vermindern wir die Hauptschwäche des Frontalunterrichts, nämlich des passiven lehrergesteuerten Zuhörens (konsumieren).

LEHRE IM DIALOG

Als eine spannende Variante des Lehrer-/Dozenten-Monologs praktizieren wir in der Vorlesung »Kunststoffkunde« an der Universität Stuttgart im 5. und 6. Semester Maschinenbau (40 bis 60 Studenten) die *Lehre im Dialog*. Sie ist nur ein kleines Element (2 Lehrstunden) auf dem Zielweg, die Studenten aus ihrer konsumtiven und passiven Lernhaltung herauszulocken. Aber *Lehre im Dialog* bietet andere didaktische und soziale Komponenten: direkter (hautnaher) Praxisbezug, Öffnung einer Vorlesung für die Freunde, Eltern, Bürger, Politiker, Presse, Industrielle u.a. [4].

Als Beispiel hier *Verpackung ganzheitlich betrachtet*:

Tabelle 1: Stärken und Schwächen des Frontalunterrichts.

Stärken des Frontalunterrichts bzw. einer Vorlesung	Schwächen des Frontalunterrichts bzw. einer Vorlesung
Veranschaulichung komplexer Sachverhalte Impulse zum Nachdenken oder Problematisieren eine Fülle von Fragearten gezielte Sachinformationen für den gemeinsamen Such- und Lernprozess strukturierte Hilfen zum Üben und Wiederholen Mobilisierung von Kontroversen in Diskursen Basis einer Gesprächskultur Kombination mit hören, sehen, fühlen, riechen, schmecken möglich	Zuhörer passiv; Kommunikation einseitig stärkt Einzelkämpfermentalität Fremdbestimmung durch Lehrer (lehrerzentriert) menschliche Distanziertheit keine Stärkung von Selbstvertrauen Tempo einheitlich vom Lehrer festgelegt (lehrerzentriert) Zeithorizont Unterrichts-/Vorlesungsstunde Wissensaufnahme, kein Wissensgebrauch Schwerpunkte auf inhaltlichem Wissen abstrakte Darstellung vermittelt Denkweise des Experten Verständnisprobleme bleiben unerkannt

Das Prinzip des Rollenspiels mit Ernstcharakter besteht aus einem Kunden, der seine Anforderungen an das ausgewählte Produkt, beispielsweise Verpackung von Getränken, in einem Lastenheft beschreibt. Verschiedene Zulieferer (Wettbewerber am Markt) unterbreiten ihm ein Angebot in Form eines Pflichtenheftes und treten vor dem Publikum und ihren anwesenden Wettbewerbern mit dem Kunden in einen Dialog. Ein sachkundiger, erfahrener Moderator aus der Wirtschaft sorgt dafür, dass

die Gespräche fair bleiben (Abbildung 3).

Didaktisch werden die Grundlagen der Werkstoffkunde, aktuell und spannend verpackt, ebenso haften bleiben, wie die Erkenntnis, dass Wissen alleine nicht ausreicht, ein erfolgreicher Ingenieur zu sein. Schüler und Lehrer überwinden spielerisch die Grenzen der Hochschule. Die Lehre im Dialog zu aktuellen Themen wird zweimal jährlich veranstaltet. Im Wintersemester 2004/2005 planen wir das Thema Fensterrahmen (Alu, Kunststoff, Holz). Im Sommersemester 2005 gehen

Veranstalter:	Peter Eyerer, 11.12.2002, 11.30 bis 13.30 Uhr
Moderator:	Klaus Domke, Professor an der FH Esslingen; 25 Jahre Verpackungsmaschinen, Bosch
Fachleute:	<ul style="list-style-type: none"> • Kunde (Getränkeabfüller) <li style="padding-left: 20px;">• Glas • Metall • Kunststoff (Rohstoffhersteller)
neutraler Experte in ganzheitliche Bilanzierung:	Marc-Andree Wolf
Inhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Pflichtenhefte für <ul style="list-style-type: none"> - stilles Wasser oder Saft (drucklos) - Bier oder Sprudel (niedriger Druck) - Sekt (hoher Druck) • Fachleute unterbreiten Angebote • Diskussion mit Kunde, Fachleute, Experte, Studenten sowie Zuhörer aus Industrie, Hochschule, Dienstleistung, Gesellschaft

Abbildung 3: Lehre im Dialog am Beispiel *Verpackungen ganzheitlich hinterfragt*.

wir das Thema Stadtbus-Antriebe (Naturgas, Diesel, Brennstoffzelle) an.

Möge dieser Bericht viele Kollegen motivieren ähnliche Experimente in der Hochschuldidaktik zu wagen. Der zeitliche und damit finanzielle Aufwand zur Organisation einer derartigen Veranstaltung ist groß. Allerdings belohnt die hohe Motivation am Ende der *Vorlesung* alle Teilnehmer gegenseitig.

PROJEKTORIENTIERTE GRUPPENÜBUNG

Nach einer ca. 30 minütigen frontalen Einführung mit Manuskript erhalten die Studenten zu Beginn der Gruppenübungen (nach der Gruppeneinteilung) eine Problembeschreibung (technisches Pflichtenheft), um danach über gestellte Fragen durch selbständige Gruppendiskussion zu Lösungen geführt zu werden. Drei Gruppenmitglieder bearbeiten in einem Seminarraum – Steilwandhörsäle sind ungeeignet – das *Projekt*. Fragen, die dabei zwangsläufig entstehen und nicht aus der Gruppe heraus beantwortet werden können – wobei alle Hilfsmittel zugelassen sind – werden an die betreuenden Dozenten (Professor und Mitarbeiter) gestellt. Diese fungieren aus Zeitmangel für übliche aufwendige Recherchen als *Wissens-speicher*, was im realen Leben dem Befragen von Fachleuten, der Literatur- und Patentrecherche und anderen Quellen entspricht. Auf diese Weise wird erreicht, dass Studenten aktiv Fragen stellen und nicht ungefragt passiv *berieselt* werden.

Die vorbereitenden Maßnahmen, wie Generierung der Themen, Durchführung der geplanten Änderungen im Hinblick auf die Prüfungsordnung, Diskussionen mit Studenten, sind in Eyerer [2] ausführlicher beschrieben.

In Kunststoffkunde I beginnen wir seit WS 99/00

mit acht Doppelstunden Wissensvermittlung. Nach ca. drei Doppelstunden schieben wir eine erste Gruppenübung zum Thema *Erkennen von Kunststoffen mit einfachen Mitteln* ein, in der Studenten in Gruppen 10-12 vorgegebene unbekannte Kunststoffe anhand von Dichte (Schwimmen, Schweben, Sinken), von Anzünden (Brennen, Selbstverlöschen, Geruch der Schwaden u. a.), von Härte (Fingernagel), von Optik (Transparenz) und anderer Merkmale erkennen sollen. Die Kunststoffe werden realen Bauteilen entnommen, wie z. B. Kfz-Scheinwerfer, Fensterprofil etc. Zum Teil vergeben wir auch ganze Bauteile.

An die acht Doppelstunden schließen sich im WS drei projektorientierte Gruppenübungen von 120 Minuten Dauer gegen Semesterende an. Je 30 Minuten davon benutzen wir um frontal Wissen zu den Übungen zu vertiefen [4]. Beispielhaft wird der Ablauf und Aufbau einer projektorientierten Gruppenübung in Abbildung 4 beschrieben.

Je nach Themenwahl für die Gruppenübungen müssen die Gruppen auch punktuell zusammenarbeiten, um ein Ergebnis zu erzielen. Nach Abschluss jeder Einzelübung erfolgt die Benotung der abgegebenen Unterlagen für jede Gruppe, wobei 10 der 13 bis 16 durchgeführten Übungen bewertet werden. Bis auf Extremfälle erhalten alle Studenten einer Gruppe die gleiche Note.

Zwischenzeitlich legen wir drei bis viermal 2 Übungen in einen Nachmittag, um die Themen gründlicher zu bearbeiten. Dies hat sich sehr gut bewährt.

Folgende Auswahl an Themen entwickelten wir für projektorientierte Gruppenübungen während einer doppelstündigen *Kunststoffkundevorlesung* (Abbildung 5).

Ablauf einer Projektorientierten Gruppenübung

1. 30 - 45 Minuten frontale Wissensvermittlung zum Thema
2. - Die Studenten werden in 3er-Gruppen eingeteilt
 - Gruppenzugehörigkeit wechselnd per Los
 - jeder Teilnehmer erhält Aufgabenblätter
 - kurze gemeinsame Einführung in die Fragen
 - Aushändigung von Arbeitsunterlagen wie Datenblätter etc. auf Nachfrage; ebenso Beantwortung individueller Fragen aus den Gruppen durch 2 Dozenten
 - nach ca. 60 Minuten Gruppenarbeit geben alle Gruppen bis auf eine Gruppe die Antworten ab
 - gemeinsames Abschlussgespräch, einschließlich Präsentation der Ergebnisse durch eine Gruppe
3. Benotung der Gruppenergebnisse
4. Übungen samt Lösungen zur Vorbereitung auf schriftliche Prüfung stehen jeweils am Folgetag im Internet

Abbildung 4: Ablauf Gruppenübung.



Abbildung 5: Projektorientierte Gruppenübung.

Themen (Auswahl):

- Prozessketten-Auswahl für Vorserien-Prototypen am Beispiel eines Motorsägen-Handgriffs;
- Substitution des FCKW11 als Treibmittel für PUR-Hartschaum als Wärmedämmplatte im Hochbau;
- Ganzheitliche Bilanzierung verschiedener Energiebereitstellungen eines Industriebetriebes;
- Kunststoffkraftstoff-Tank im Vergleich zu Stahlblech;
- Auslegung von Kunststoffrohren für Druckwasserleitungen;
- Erstellung eines Pflichtenheftes für Fensterrahmen nach technischen, wirtschaftlichen und umweltlichen Kriterien; Vergleich verschiedener Werkstoffe;
- Auslegung eines Lüfterrades aus Kunststoff für einen Pkw-Motor;
- Dimensionierung von Kunststoff-Schnappverbindungen.

Zum Abschluss des Sommersemesters erhalten die Studenten je ein Manuskript zu den durchgeführten Übungen mit allen Fragen und Antworten, um sich auf die schriftliche Prüfung vorbereiten zu können.

PROJEKTARBEIT MIT ERNSTCHARAKTER

Um dem Einzelkämpfertum entgegenzuwirken, zu dem wir in Deutschland weitgehend erziehen, haben wir Projektarbeiten in Gruppen von drei Studenten in das Wahlpflichtfach Kunststoffkunde im 5. und 6. Semester Maschinenbau an der Universität Stuttgart seit 1999 als Pflicht integriert. Das Gleiche praktizieren wir mit Schülern aller Schularten seit 1996, mehrheitlich lehrplanintegriert.

Was heißt Projektarbeit mit Ernstcharakter? Welche Merkmale haben diese Projekte?

Hauptmerkmal der TheoPrax Projekte ist das Angebot-Auftrags-Verhältnis, d.h. jedes Projekt, das von den Schülern bzw. Studenten bearbeitet wird, ist ein Projektthema aus der Wirtschaft, Industrie oder von Kommune. Meist ist es ein Schubladenthema, das schon *immer einmal bearbeitet* werden sollte, aber aus Mangel an Zeit- und *Personalressourcen* bisher nicht bearbeitet werden konnte.

Weitere Merkmale sind die Teamarbeit, die für die Arbeit am Thema notwendige Recherche und Projektplanung (Inhalte, Zeit, Geld), ein Abschlussbericht und die Präsentation vor dem Auftraggeber. Die Projektarbeit ist immer begleitet durch professionelle Betreuung fachlicher wie überfachlicher Art. Die Begleitangebote, die wir den Studenten und Schülern aber auch den Tutoren und Lehrern bieten, können dann direkt in der Praxis der Projektarbeit angewendet und geübt werden. Wir evaluieren die Projektarbeit für die drei beteiligten Zielgruppen: dem Auftraggeber, den Betreuern, den Schüler/Studenten. Wichtig ist uns die Förderung des selbstbestimmten Handelns und das selbstregulierte Lernen.

Zwischenzeitlich konnte das Team von TheoPrax insgesamt 288 Projekte im Angebots-Auftrags-Verhältnis mit Firmen, Kommunen als Auftraggeber erfolgreich bearbeiten, je etwa die Hälfte an Hochschulen und an Schulen.

Hochschul-Themen (Auswahl) aus der Industrie im Wahlpflichtfach Kunststoffkunde waren:

- Alterungsverhalten von Phenolharz-Prepreg-Geweben;
- Entwicklung einer Airbrush-Pistole zum Wachsbeschichten von Rapid Prototyping Bauteilen;
- Aufbewahrungs- und Transport-Verpackung für Kommunikationsgeräte;
- Kostengünstige Küchenherdisolierung;
- Entscheidungsinstrument für die Produktionsplanung;
- Gasdichte Verbindung zwischen Flansch und Edelstahlrohr (Fügetechnik).

TheoPrax Projekte laufen auch an anderen Universitäten und in anderen Fachbereichen, so z. B. bei den Versicherungs- und Wirtschaftswissenschaften an der Universität Karlsruhe und der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe im Fachbereich Interdisziplinäres Lehren und Lernen (ILL). Dies zeigt, dass die Bandbreite der Themen sehr groß ist und weit über die Studiengänge der Ingenieurwissenschaften hinausgeht. Es zeigt gleichzeitig, dass in allen

Studiengängen die Einführung und Umsetzung neuer Lehr- und Lernmethoden möglich ist.

Grundvoraussetzung bei der Projektbearbeitung ist eine professionelle Betreuung sowohl bei Schulprojekten, (in der Regel zusätzlich zum Lehrer) als auch bei Hochschulprojekten. Betreuer sind Mitarbeiter vom TheoPrax-Zentrum und aus IKP und ICT. Aber auch mit Senioren und Frauen in der Erziehungspause als Projektbetreuer haben wir gute Erfahrungen gemacht.

Die Betreuung eines Projektteams ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die den Betreuenden nicht nur fachliche, sondern in hohem Maße auch methodische und soziale Kompetenzen abverlangt: Wie vermittele ich dem Team professionelles Projektmanagement? Wie kann ich den Prozess der Teamfindung unterstützen? Was mache ich, wenn Teamkonflikte die inhaltliche Arbeit behindern? Wie bringe ich Prozesse der Ideengenerierung zum Laufen? Brauchen die Studierenden Hilfestellung bei der Kommunikation mit dem Auftraggeber? Die Projektbetreuung ermöglicht einen engeren Kontakt zu den Studierenden und intensive Erfahrungen in der Anleitung und Steuerung von Projektgruppen. So erhalten alle Schüler und Studenten begleitend zur ihrer Projektarbeit durch uns einzelne Lehrmodule im Projektmanagement, die sie direkt in der Projektarbeit anwenden und üben können [5].

Beispiel Hochschulprojekt

Visualisierung des Arbeitsablaufes bei der Montage von Minimalschmierungssystemen:

- *Auftraggeber:* Firma im Bereich Umwelttechnik;
- *Bearbeitungsteam:* 5 Studenten der Universität Stuttgart, 6. Semester Maschinenbau, Kunststoffkunde.

Ablauf

Im Januar 2000 erhielt das TheoPrax-Zentrum das o.g. Thema von einer kleinen Firma (16 Mitarbeiter) zur Bearbeitung im Rahmen TheoPrax. Nach Vorstellung des Themas vor Studenten bildete sich ein Team von fünf Studenten, die sich zur Bearbeitung dieser Fragestellung meldeten. Dipl. Ing. Tilo Kupfer, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde, Universität Stuttgart, übernahm die Betreuung des Teams während der gesamten Bearbeitungszeit. Der erste Kontakt durch die Teammitglieder zum Ansprechpartner der Firma fand im Februar statt. Ende März reichte das Team das erste erarbeitete Angebot ein. Nach Klärung

von Detailfragen wurde ein 2. überarbeitetes Angebot eingereicht. Die Auftragserteilung durch die Firma hatte den sofortigen Arbeitsbeginn des Teams zur Folge. Am 28. Juli 2000 – also 5 Monate nach dem ersten Kontakt zwischen Studenten und Firma – überreichte das Studententeam zur Schlusspräsentation der Ergebnisse in der Firma den Schlussbericht. Es erfolgte eine Ergebnis-Bewertung durch den Auftraggeber (siehe unten).

Inhalte des Projekts:

- *Ziel:* Unmissverständliche Darstellung von Arbeitsabläufen innerhalb zweier Produktionslinien;
- *IST-Zustand:* An den beiden Produktionslinien werden Endgeräte nach textbasierten Anleitungen montiert. Solche schriftlichen Anweisungen werden oft falsch verstanden oder erst gar nicht gelesen;
- *SOLL-Zustand:* Das Zusammenspiel der Einzelteile soll durch bildliche Darstellungen vermittelt werden, die später am Arbeitsplatz zur Verfügung stehen. Auf mögliche Fehler bei der Montage soll hingewiesen werden;
- *Teil-Ziel 1:* Einarbeitung in die technischen Zeichnungen und Arbeitspläne, Entwicklung eines Konzeptes zur Visualisierung;
- *Teil-Ziel 2:* Visualisierung der Arbeitsschritte;
- *Teil-Ziel 3:* Fehlersuche.

Bewertung durch den Auftraggeber

Die Ergebnisse – Visualisierung und Fehlerliste über Montage- und Konstruktionsmängel – konnten direkt in der Fertigung eingesetzt werden. Eine Produktivitätssteigerung von 5 Prozent war die Folge, bei weiterem Potential. Die Firma lobt die hohe Motivation der Studenten und deren Einsatzfreude und wird weitere Projekte TheoPrax anbieten und TheoPrax anderen Firmen empfehlen.

DIDAKTISCHE BAUSTEINE ZUR VERZAHNUNG VON WISSEN UND HANDELN

Tabelle 2 zeigt die didaktischen Bausteine einer innovativen Lehre zur Verzahnung von Wissen und Handeln im integrierten Projektstudium.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Nach Jahrzehnten des pädagogischen und didaktischen Experimentierens bevorzugt an Schulen ist die Zeit überreif, die nationalen und internationalen Erfahrungen

Tabelle 2: Die didaktischen Bausteine einer innovativen Lehre.

Grundlagenwissen Vorlesung	Lehre im Dialog
kompakte, strukturierte Wissensvermittlung	Vermittlung von Grundlagenwissen durch Vertreter der Wissenschaft und der Praxis (Experten aus Industrie und Wirtschaft) im Rahmen von Podiumsdiskussionen zu fachrelevanten Themen
Monologisches Lehren	Dialogisches Lernen
Rezeptives Lernen	Diskutieren Diskursives Lernen
Grundlagenwissen erlernen	Wissen hinterfragen und bewerten
	Unterschiedliche Orientierungen und Werthaltungen kennen lernen und erleben
Projektorientierte Gruppenübung	Projektarbeit mit Ernstcharakter
Bearbeitung industrienaher Aufgaben im Team Orientierung der Lerninhalte an ihrem Verwertungszusammenhang Dauer: 2 bis 4 Stunden	Bearbeitung von Projekten aus der Industrie im Angebots-Auftrags-Verhältnis Kooperation mit Firmen, Teamarbeit Dauer: 75 h in 4 bis 6 Monate
Anwendungsorientiertes Lernen	Handlungsorientiertes Lernen
Aktiv Fragen stellen	Realität erleben und begreifen Berufsorientierung
Wissen verarbeiten	Wissen recherchieren, bewerten, anwenden und fachübergreifend umsetzen
Teamarbeit, Erleben gruppendynamischer Prozesse Problemlösungsprozesse gestalten Ideengenerierung	Verantwortung übernehmen Problemlösungsprozesse planen und Umsetzen Ergebnisse präsentieren Projektmanagement

umzusetzen. In den Schulen bewegt sich seit ca. fünf Jahren diesbezüglich Einiges. An den Hochschulen stehen strukturelle Umorganisationen weit im Vordergrund. Didaktische Veränderungen finden, wenn überhaupt, sehr langsam und zäh in die Köpfe der Hochschullehrer. Der Schritt zur Umsetzung erfordert dann die nächste Dekade.

Wir meinen, es ist genug diversifiziert und probiert. Jetzt sollte konzentriert werden. Dazu müssen vorhandene Erfahrungen bewertet werden, Entscheidungen für inhaltliche, didaktische und auch organisatorische Veränderungen integrativ getroffen werden und beispielsweise im Sinne des vorgestellten Lösungsansatzes umgesetzt werden. Projektarbeit mit Ernstcharakter, wie dies TheoPrax seit neun Jahren betreibt, erweist sich immer mehr als erfolgreiche motivierende Methode, bei der alle beteiligten Gesellschaftsgruppen (Schüler, Lehrer, Studenten, Dozenten, Unternehmer) gewinnen.

REFERENZEN

1. Pfenning, U. und Renn, O., Berufserfahrungen von Ingenieuren. Kurzbericht zu den Ergebnissen der Umfrage. Stuttgart: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Oktober (2001).
2. Eyerer, P., *TheoPrax – Projektarbeit in Aus- und Weiterbildung. Bausteine für Lernende Organisationen*. Stuttgart: Klett-Cotta Verlag (2000).
3. Hofmeister, A., *Perspektiven und Probleme eines Subjektwissenschaftlichen Bildungsbegriffs*. In: Rihm, T. (Hrsg.), *Schulentwicklung durch Lerngruppen. Vom Subjektstandpunkt ausgehen*. Opladen: Leske + Budrich, 121-134 (2003).
4. Voss, H-P., *Die Vorlesung*, E 2.1. In: Berendt, B., Voss, H.-P., Wildt, J. (Hrsg.), *Neues Handbuch Hochschullehre. Loseblatt-Ausgabe 1. Auflage Grundwerk*. Stuttgart: Raabe, 1-10 (2002).
5. Krause, D. und Eyerer, P. (Hrsg.), *Projektarbeit mit Ernstcharakter – ein Handbuch für die Praxis der Aus- und Weiterbildung in Schule und Hochschule*. Karlsruhe: TheoPrax-Stiftung (2004).

BIOGRAPHIEN



Peter Eyerer ist Professor am Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde der Universität Stuttgart und Leiter des Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal bei Karlsruhe, Mitglied im Deutschen Nationalkomitee zur UN-Dekade *Bildung*

für nachhaltige Entwicklung und im Vorstand der TheoPrax Stiftung.



Dörthe Krause ist Leiterin des TheoPrax-Zentrums am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie und im Vorstand der TheoPrax-Stiftung.

Conference Proceedings of the
9th UICEE Annual Conference on Engineering Education
under the theme: *International Quality in Engineering Education*

edited by Zenon J. Pudlowski

The *9th UICEE Annual Conference on Engineering Education*, held under the theme of *International Quality in Engineering Education*, was organised by the UNESCO International Centre for Engineering Education (UICEE) and was staged in Muscat, Sultanate of Oman, between 11 and 15 February 2006, with the Caledonian College of Engineering (CCE) acting as the host and principal co-sponsor.

This volume of Proceedings encompasses a wide selection of various papers submitted to this Conference, which detail important international approaches to engineering education research and development related to the Conference theme, as well as other specific activities.

The 48 published papers from authors representing 21 countries offer a commendable collection that focus on fundamental issues, concepts and the achievements of individual researchers. The papers have been organised into the following groups:

- Opening Addresses
- Keynote Addresses
- Case studies
- Important issues and challenges in engineering education
- Innovation and alternatives in engineering education
- Multimedia and the Internet in engineering education
- Quality issues and improvements in engineering education
- Specific engineering education programmes

It is worthwhile noting that, as well as the international input into the Conference, contributions have come from academics representing the Caledonian College of Engineering (CCE). The diversity of subjects, concepts, ideas and international backgrounds in this volume of Proceedings demonstrate the global nature of UICEE-run Conferences, as well as its relevance within the worldwide affairs regarding engineering and technology education.

Importantly, all of the papers have undergone assessment by independent international peer referees and have been professionally edited in order to ensure the high quality and value of the Proceedings into the future. Consequently, it is anticipated that this volume will become a useful source of information on research and development activities in the dynamic and evolving field of engineering and technology education.

In order to purchase a copy of the Proceedings, a cheque for \$A70 (+ \$A10 for postage within Australia, and \$A20 for overseas postage) should be made payable to Monash University - UICEE, and sent to: Administrative Officer, UICEE, Faculty of Engineering, Monash University, Clayton, Victoria 3800, Australia. Tel: +61 3 990-54977 Fax: +61 3 990-51547

Please note that all purchases within Australia must include GST.